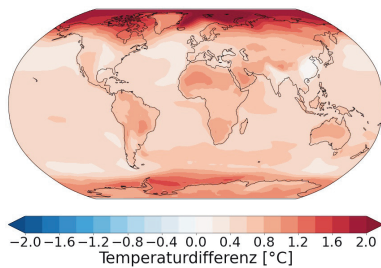


Warum erwärmt sich die Arktis stärker als der Rest der Erde?



In den letzten Jahrzehnten hat sich die globale Durchschnittstemperatur der erdnahen Atmosphäre um etwa 1°C erhöht[1]. Einen Großteil der Erderwärmung verursacht der Mensch durch seinen stark angestiegenen CO_2-Ausstoß.

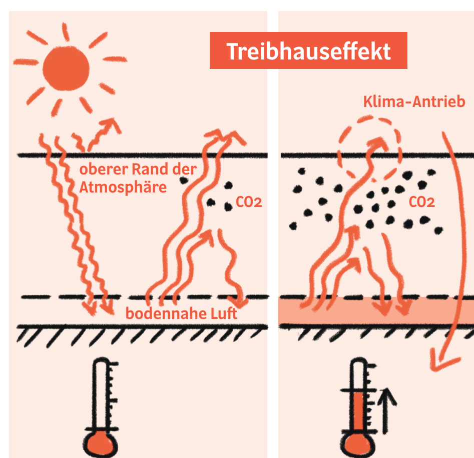


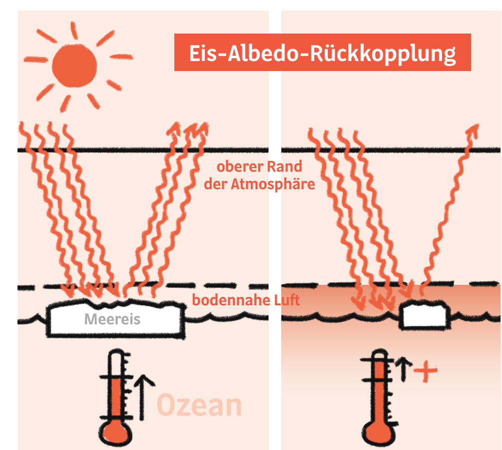
Erwärmung 1985-2014 im Vergleich zu 1850-1879 als Mittel aus 58 Klimamodell-Simulationen. Die dunkelroten Farben zeigen die besonders starke Erwärmung in der Arktis. (c) O. Linke

Betrachtet man die Erwärmung der Erde auf einer Karte, so zeigt sich das „Epizentrum“ des Klimawandels in den nördlichen Polarregionen, der Arktis[2]. Bei dieser besonders starken Erwärmung spielen positive Rückkopplungen[3] des Klimawandels eine entscheidende Rolle. Sie bewirken in der Arktis eine zusätzliche Verstärkung der Erwärmung der bodennahen Luft.

Rückkopplungen treten immer als Folge sogenannter Klima-Antriebe auf. Der erhöhte CO_2-Ausstoß[4] des Menschen ist beispielsweise ein Klima-Antrieb, er verstärkt den natürlichen **TREIBHAUSEFFEKT**[5]: Die Erde erhält ihre Energie von der Sonne. Ein Großteil der einfallenden Sonnenstrahlung durchdringt dabei die Atmosphäre. Sie werden vom Erdboden aufgenommen und als Wärmestrahlung wieder in Richtung All abgegeben. Gase in der Atmosphäre, beispielsweise CO_2, verringern diese Wärme-Rückstrahlung, sie lenken einen Teil zurück zum Boden. Erhöht sich die Menge dieser Gase in der Atmosphäre, nimmt damit auch die Wärme-Rückstrahlung zu, es kommt zur Erwärmung der bodennahen Luft.

Während dieser Klima-Antrieb durch den Menschen die Ursache der Erderwärmung ist, sind Rückkopplungen eine Folge davon. Sie können in ihrer Wirkung die Erderwärmung entweder verstärken (positive Rückkopplung), oder abschwächen (negative Rückkopplung).





Ein wichtiger Prozess ist die **EIS-ALBEDO-RÜCKKOPPLUNG**[6]. Abhängig von der Beschaffenheit der Erdoberfläche wird entweder wenig oder viel Sonnenstrahlung zurück ins All reflektiert. Den Anteil der einfallenden Sonnenstrahlung, der von einer Oberfläche zurück reflektiert wird, bezeichnet man als Albedo[7] (Rückstrahlvermögen).

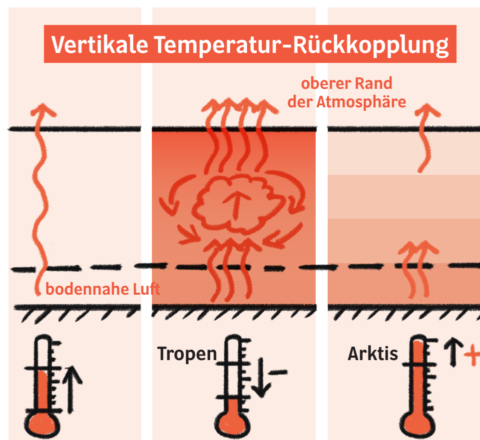
EIS-ALBEDO-RÜCKKOPPLUNG: In der Arktis macht das Meereis[8] einen Großteil der Gesamtoberfläche aus. Helles Meereis hat eine hohe Albedo, es reflektiert also einen großen Anteil der einfallenden Sonnenstrahlung. Durch die Erwärmung der Erde schmilzt ein

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

Teil der Eisfläche, der darunterliegende, dunkle Ozean wird freigelegt. Ozeanwasser reflektiert deutlich weniger Sonnenstrahlung und nimmt stattdessen mehr Energie auf, es erwärmt sich. Das Abschmelzen der Eismassen wird begünstigt und die ursprüngliche Erwärmung verstärkt sich weiter.

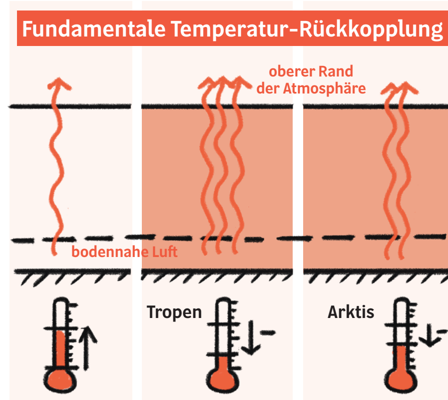
Es spielen aber auch **TEMPERATUR-RÜCKKOPPLUNGEN** eine Rolle. Ein wesentlicher Prozess resultiert direkt aus der Erwärmung der bodennahen Luft durch den Klimawandel: Wärmere Luftmassen geben auch mehr Wärmestrahlung ab. Dieses Prinzip ist für den Menschen fühlbar. In einer wärmeren Umgebungsluft erhält der eigene Körper mehr Wärmestrahlung, es fühlt sich weniger kalt an. Erwärmt sich die Erde, strahlt sie auch mehr Wärme ins kalte All ab, sie kühlt sich sozusagen selbst. Mit der **FUNDAMENTALEN TEMPERATUR-RÜCKKOPPLUNG**[9] wirkt das Klimasystem der Erderwärmung unmittelbar entgegen. Diese negative Rückkopplung hat jedoch unerwartete Folgen: Die kälteren Polarregionen können sich durch die zusätzliche Abgabe von Wärmestrahlung weniger effizient abkühlen als etwa die warmen Tropen. So verbleibt relativ betrachtet mehr Wärme in den Polarkappen, die Arktische Verstärkung wird also weiter begünstigt.



VERTIKALE TEMPERATUR-RÜCKKOPPLUNG[10]: In der Arktis ist die Atmosphäre sehr stabil geschichtet. Das bedeutet, dass sich die Luftmassen kaum nach oben und unten austauschen. Somit ist die Erwärmung am Boden besonders stark, während sie mit zunehmender Höhe geringer ausfällt[11]. Dieser Vorgang steht ganz im Gegensatz zu den Prozessen in den Tropen. Hier kann sich die Atmosphäre vertikal stärker austauschen, die erwärmte Luft steigt ungehindert in die Höhe.

Den Effekt auf das Klima kann man sich vereinfacht so vorstellen: Erwärmt man einen Topf mit Wasser, so entweicht ein großer Teil der Energie durch das Aufsteigen warmer, feuchter Luft (wie in den Tropen). Es kommt zu einer negativen Rückkopplung der Temperaturerhöhung, das Wasser im Topf erwärmt sich weniger schnell. In der stabilen Atmosphäre der Arktis ist die Erwärmung jedoch am Boden „gefangen", so als würde man dem Topf einen Deckel aufsetzen. Der Topf erwärmt sich mit dem Deckel nun deutlich stärker als ohne. Es handelt sich um eine positive Rückkopplung.

Quellen: https://www.ac3-tr.de/outreach/fact-sheets/



Die Arktis mit ihrer schwindenden Meereisbedeckung erwärmt sich also durch ungeminderten CO2-Ausstoß mit dem Treibhauseffekt und den daraus folgenden Eis-Albedo- und Temperatur-Rückkopplungen immer schneller und schneller.

Olivia Linke, Klimaforscherin. Sie studierte Meteorologie und arktische Geophysik mit Fokus auf Atmosphäre und Ozean in Leipzig, Spitzbergen und Lissabon. Für ihre Forschungen war sie an Expeditionen im arktischen Ozean, auf dem Meereis, auf Gletschern und Schneeschichten beteiligt. Ihre Promotion am Leipziger Institut für Meteorologie und am (AC)3-Projekt hat arktische Temperatur-Rückkopplungen zum Thema. olivia.linke@uni-leipzig.de



Foto: www.theaschneider.com, Illustrationen www.heymach.live

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.


UNIVERSITÄT LEIPZIG

Universität Bremen





ALFRED-WEGENER-INSTITUT HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG


Leibniz Institute for Tropospheric Research

www.ac3-tr.de, Prof. Wendisch, Sprecher des Verbundprojektes, m.wendisch@uni-leipzig.de; Dr. Brückner, wissenschaftliche Koordinatorin, mbrueck@rz.uni-leipzig.de